

A G H

Symulacja dyskretna systemów złożonych

Jędrzej Kosior, Paweł Hanzlik

Analiza i symulacja natężenia światła w sali wykładowej C-2 224

11.06.2020

Spis treści

1 Cel projektu	1
2 Tworzenie modelu sali - Jędrzej Kosior	2
2.1 Początkowy etap	2
2.2 Pierwsze rendery i oświetlenie potrzebne do wizualizacji	4
2.3 Końcowa wizualizacja i porównanie do rzeczywistych zdjęć	5
2.3.1 Strona okien, górny róg sali	6
2.3.2 Strona okien, dolny róg sali	7
2.3.3 Środek, widok z góry	9
2.3.4 Sufit	10
3 Symulacja natężenia światła oraz jego analiza - Paweł Hanzlik	11
3.1 Wstęp teoretyczny	11
3.2 O dodatku Vi-Suite	11
3.3 Ustawienia parametrów symulacji	11
3.4 Wykorzystane materiały oraz sensory liczące	12
3.5 Słońce oraz dobór sztucznego oświetlenia	12
4 Prezentacja wyników symulacji	13
4.1 Wyniki z 23-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	13
4.2 Wyniki z 23-ego dnia roku przy słonecznym niebie	14
4.3 Wyniki z 78-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	15
4.4 Wyniki z 78-ego dnia roku przy słonecznym niebie	16
4.5 Wyniki z 123-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	17
4.6 Wyniki z 123-ego dnia roku przy słonecznym niebie	18
4.7 Wyniki z 178-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	19
4.8 Wyniki z 178-ego dnia roku przy słonecznym niebie	20
4.9 Wyniki z 223-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	21
4.10 Wyniki z 223-ego dnia roku przy słonecznym niebie	22
4.11 Wyniki z 278-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	23
4.12 Wyniki z 278-ego dnia roku przy słonecznym niebie	24
4.13 Wyniki z 323-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie	25
4.14 Wyniki z 323-ego dnia roku przy słonecznym niebie	26
5 Podsumowanie i wnioski	26
5.1 Porównanie wyników z obowiązującą normą oświetlenia	26
5.2 Wnioski dotyczące modelu i oświetlenia sali wykładowej	27
5.3 Wnioski odnośnie przebiegu symulacji	27
5.4 Możliwe usprawnienia do projektu	27
6 Bibliografia	28

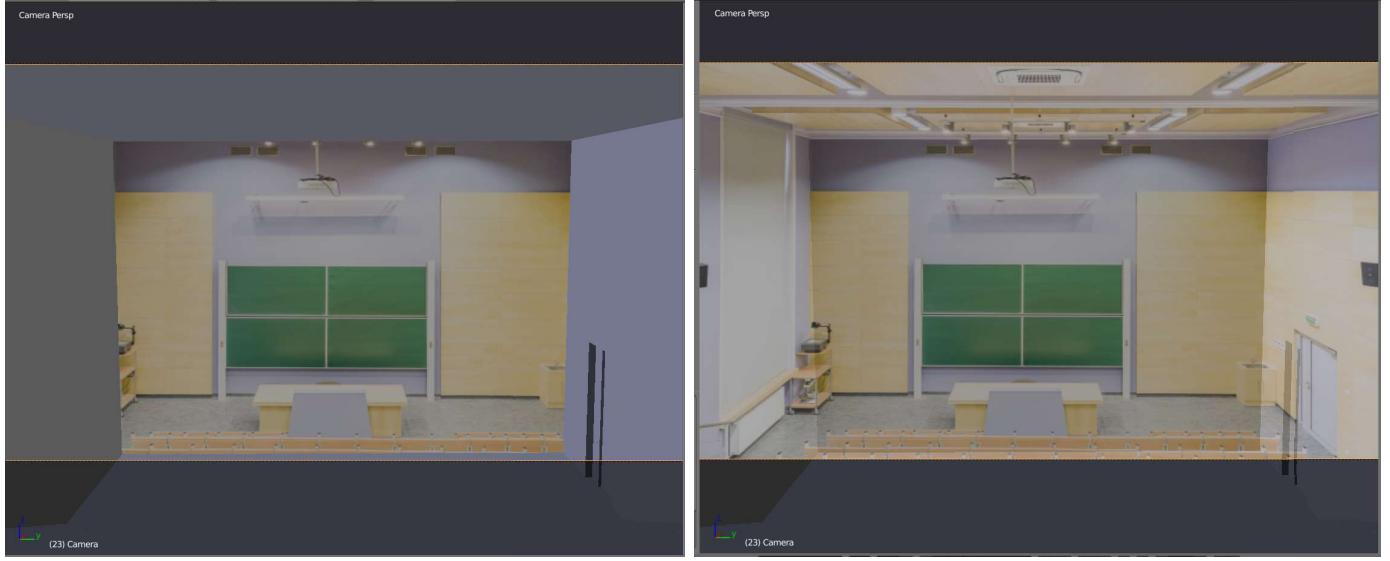
1 Cel projektu

Celem projektu było zasymulowanie oświetlenia zamontowanego w sali wykładowej oraz sprawdzenie jakości doświetlenia stolików przeznaczonych dla studentów. Model przedstawia salę 224 w budynku C-2 Akademii Górnictwo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. W naszej pracy zostało uwzględnione położenie Słońca dla różnych pór roku, miesięcy, godzin, oraz warunków pogodowych.

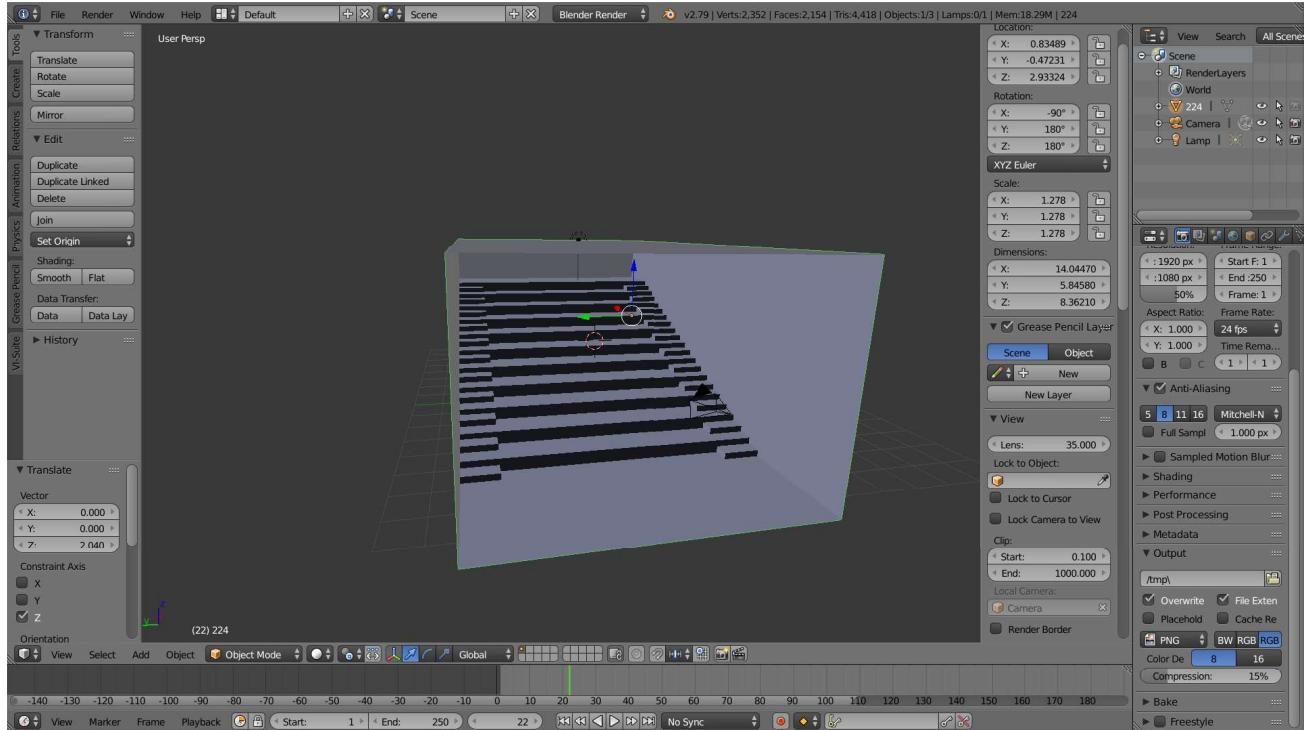
2 Tworzenie modelu sali - Jędrzej Kosior

2.1 Początkowy etap

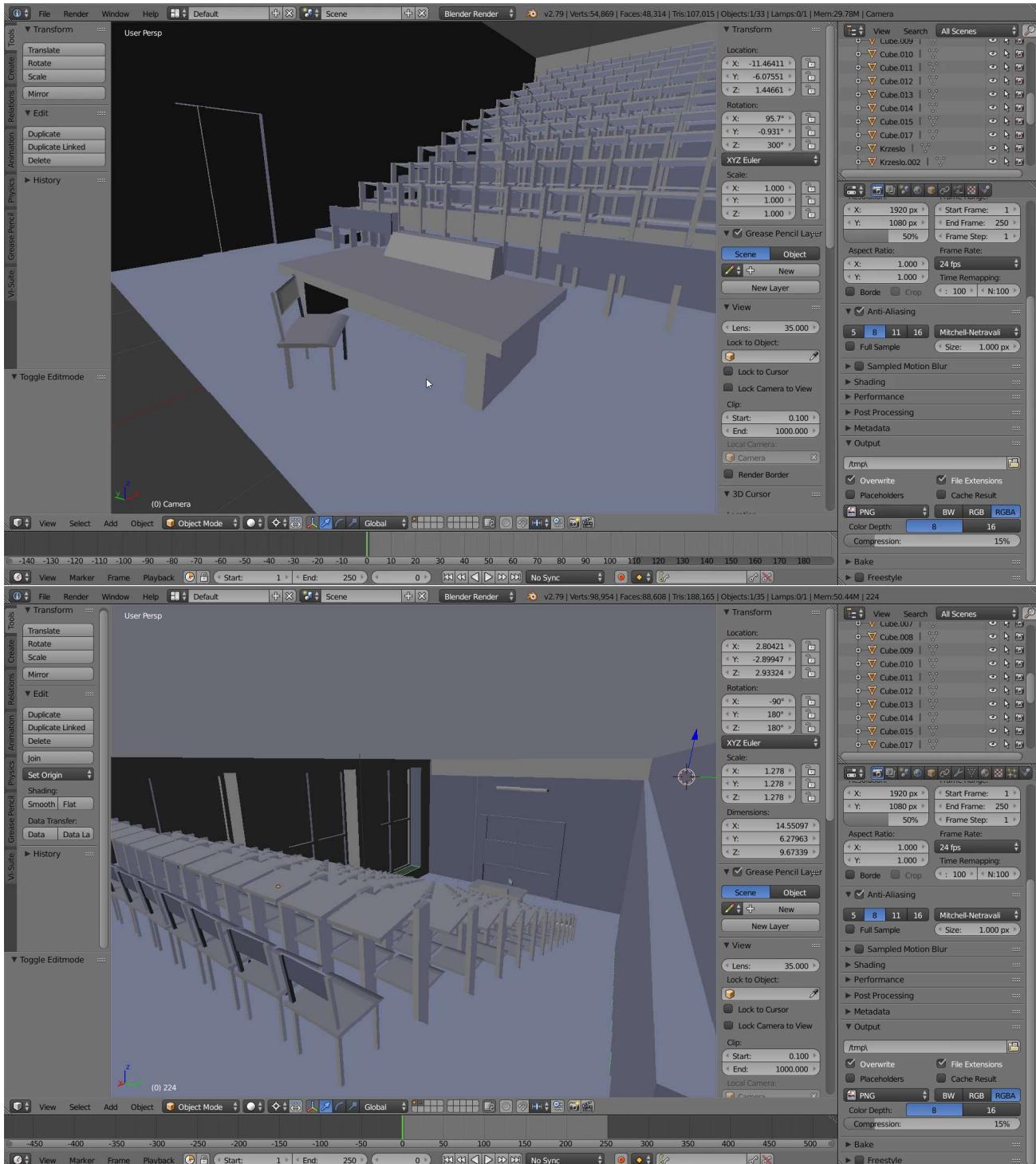
Na początkowym etapie modelowania obiektu zacząłem od odwzorowania proporcji ścian ze zdjęć.

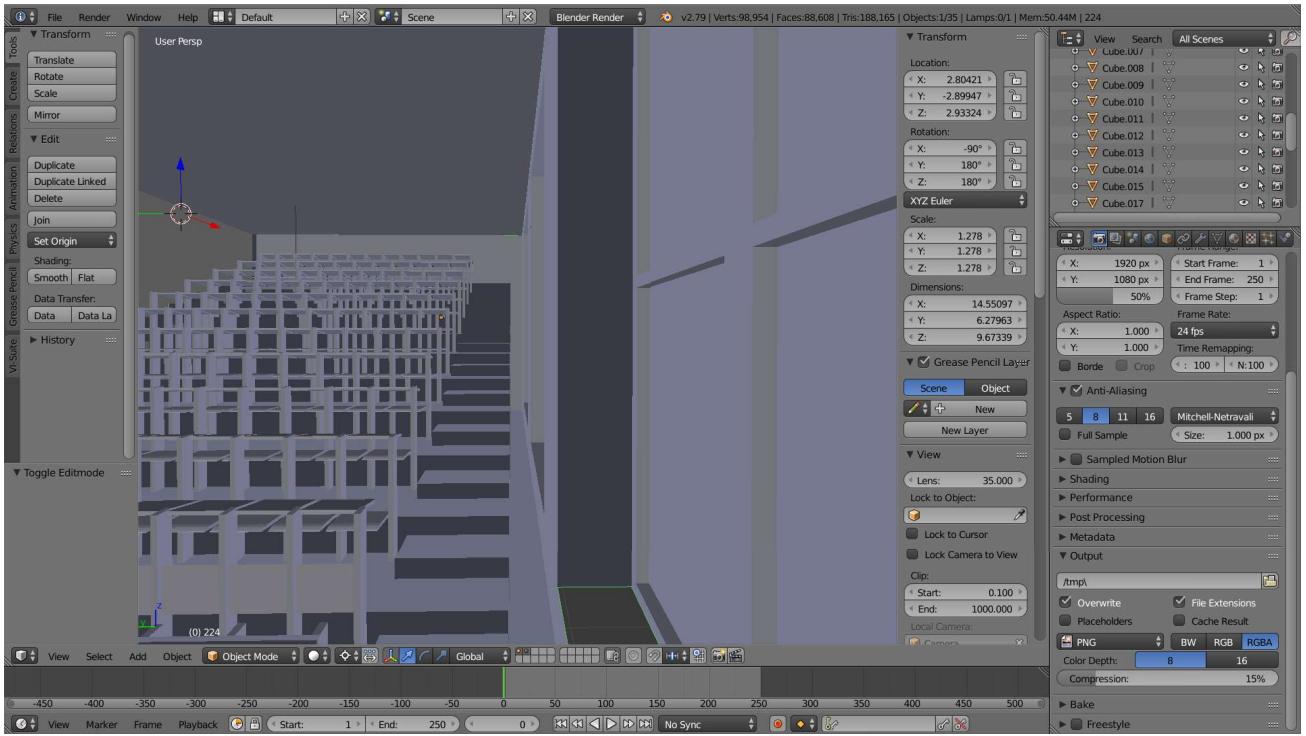


Następnym krokiem było dodanie schodów i poziomów przeznaczonych na stoliki wraz z krzeselkami.



Dalsza praca włożona w tworzenie sali przyniosła więcej detali takich jak drzwi, okna z framugami, ściany uwzględniające zmianę poziomu poprzez drewniany materiał na nich zamieszczony, tablice, projektor, zwinny ekran, mebel ze zlewem i kramem oraz oczywiście stoliki wraz z krzeselkami. Wszystko zostało odwzorowane na podstawie zdjęć. Dzięki temu skala została zachowana dla całego obiektu i detali umieszczonej w pomieszczeniu.

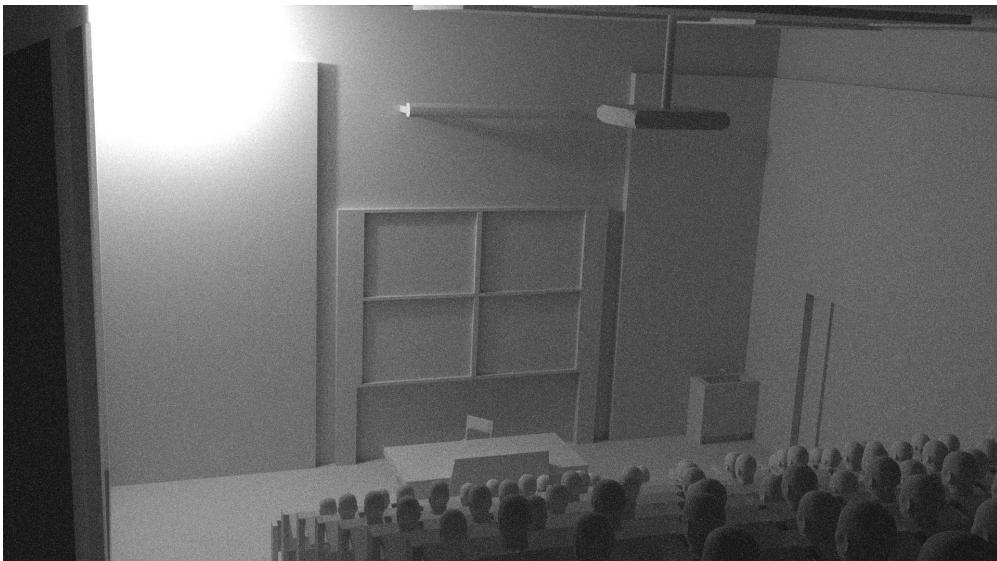


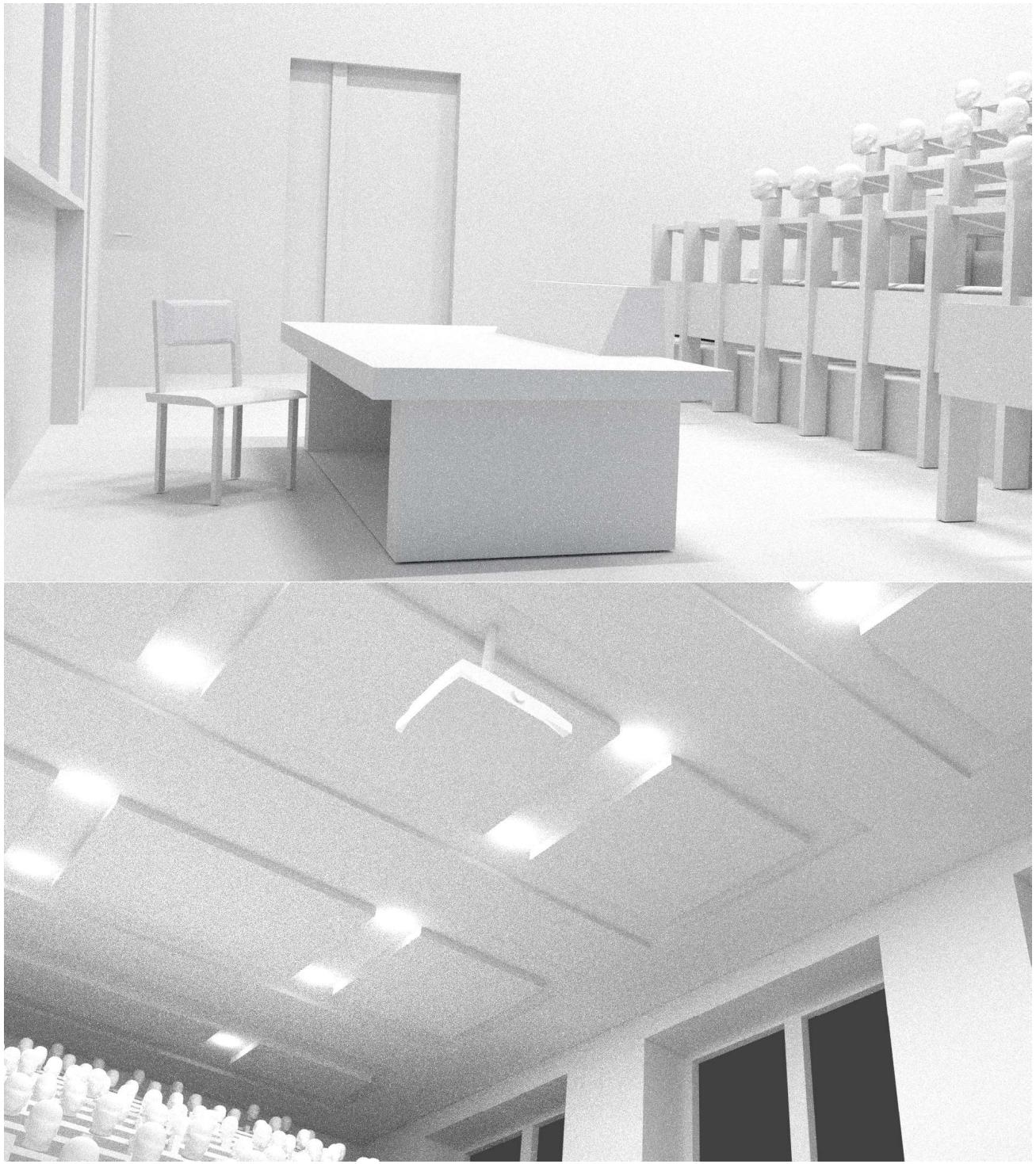


2.2 Pierwsze rendery i oświetlenie potrzebne do wizualizacji

W międzyczasie pojawił się jeszcze jeden detal, który zostanie uwzględniony podczas symulacji oświetlenia, jednak na finalnych renderach sali nie został on umieszczony. Jednocześnie jest to jedyny element który nie został wykonany własnoręcznie. Dodanym szczegółowo były całe ludzkie ciała, jednak z powodów technicznych i bardzo długich czasów renderowania zdecydowałem się usunąć te modele zostawiając jedynie ich głowy. W symulacji wpływ na oświetlenie stolika miały głównie głowy, dlatego też usunięcie reszty modelu nie wpływa znacząco na ilość luxów zmierzonych na stolikach.

Po dodaniu wyżej wymienionych głów przystąpiłem do dodawania oświetlenia potrzebnego do wizualizacji. Oświetlenie zostało zamieszczone w miejscach gdzie jest ono rzeczywiście położone. Żarówki które zostały użyte przy symulacji są innymi żarówkami, lecz są zamocowane w tych samych miejscach. Oświetlenie wiadoczne poniżej jest wykorzystywane tylko do wizualizacji modelu C-2 224. Poniżej przedstawiam pierwsze rendery sali wraz z wstępny oświetleniem



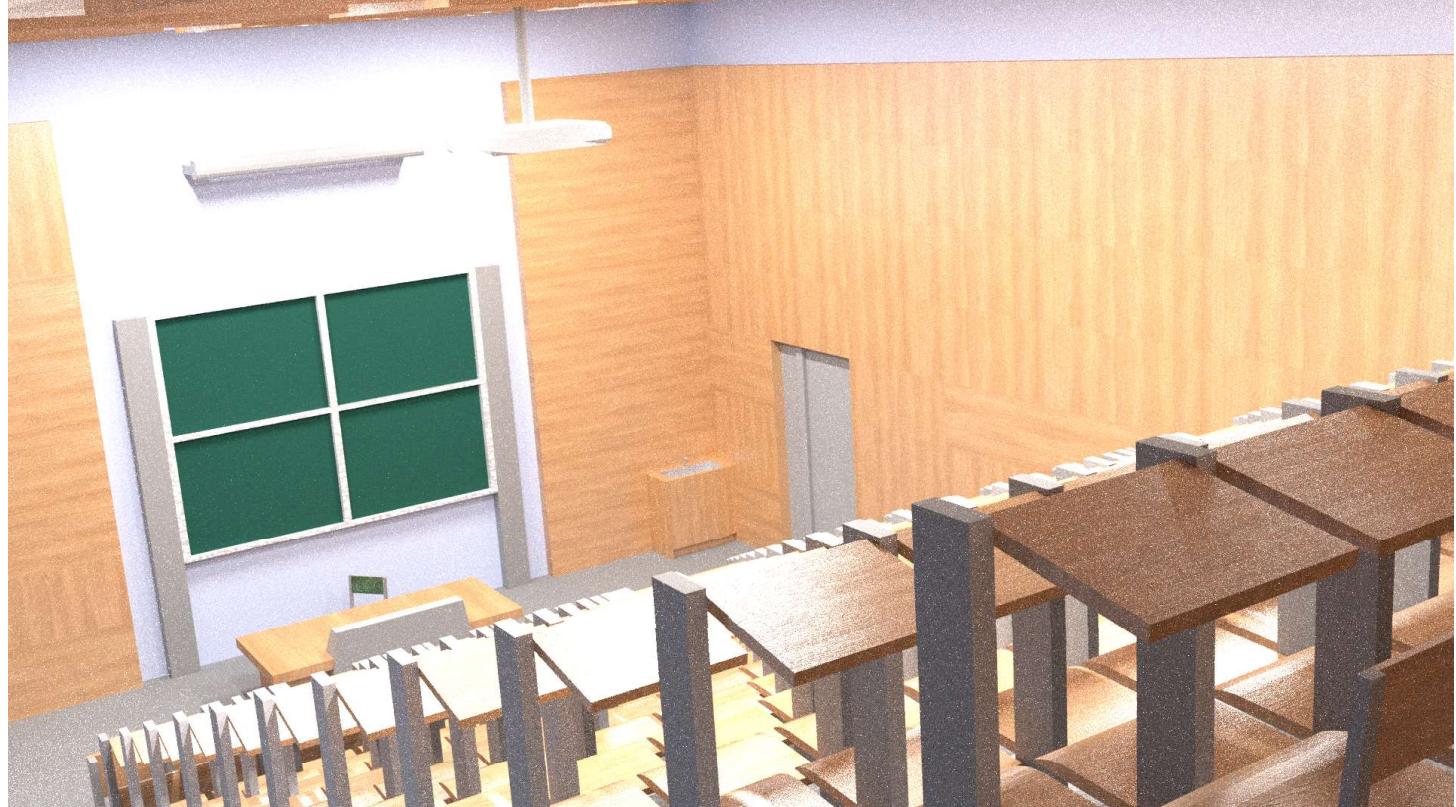
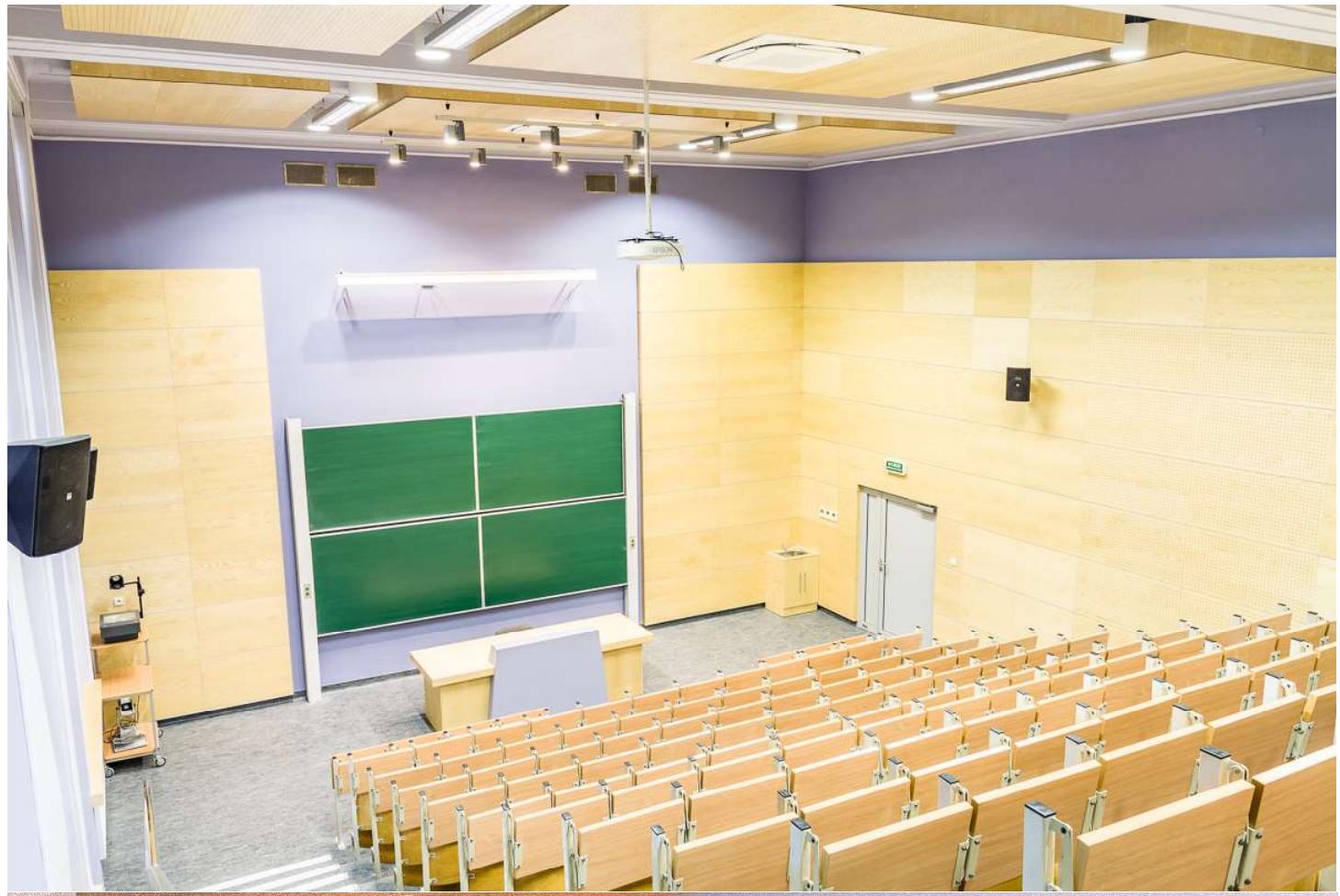


Na powyższym renderze nie widać wyraźnie pasów oświetlania pomiędzy żarówkami, jest to wczesna wersja gdzie ich moc była zdecydowanie za mała by została uchwycona.

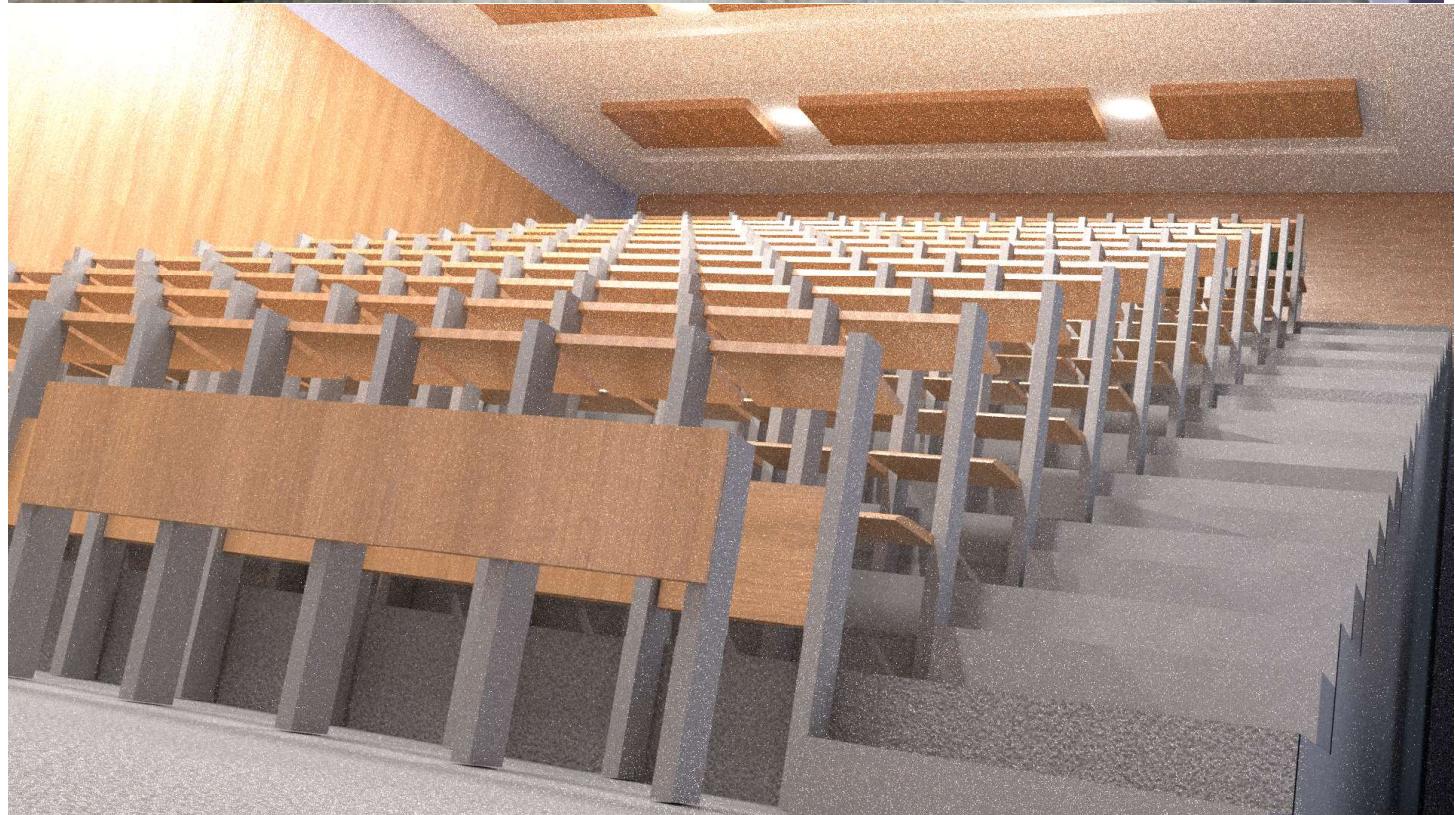
2.3 Końcowa wizualizacja i porównanie do rzeczywistych zdjęć

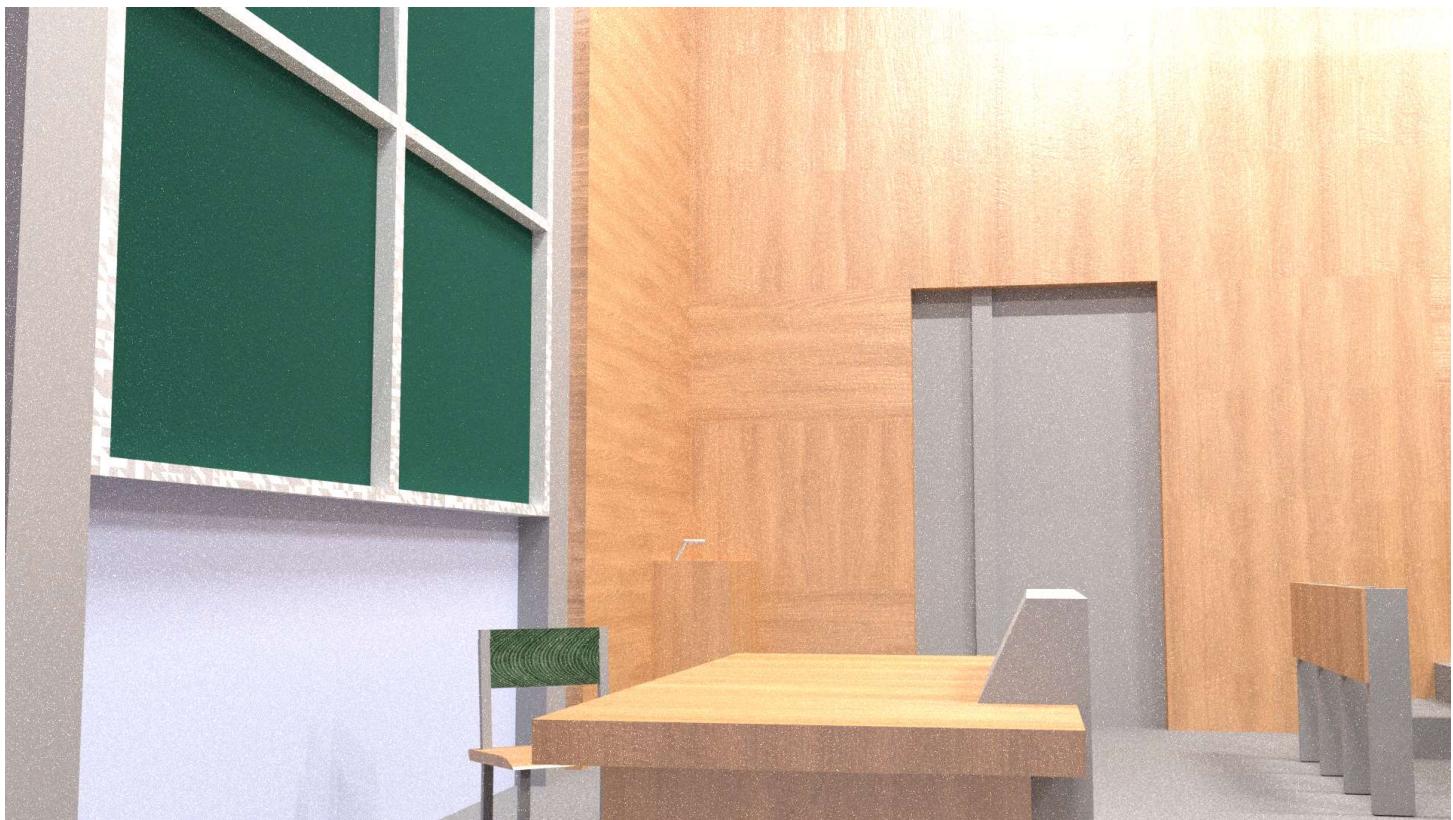
Poniżej zamieszczam efekt końcowy pracy nad modelowaniem obiektu. Od poprzednich renderów zmiany obejmują dodanie materiału kolorowego z teksturami 3D do każdego obiektu, polepszone oświetlenie. Zamieszczam rendery parami wraz ze zdjęciami na których były wzorowane, dla lepszego odbioru i możliwości ocenienia realistyczności modelu sali.

2.3.1 Strona okien, górnny róg sali



2.3.2 Strona okien, dolny róg sali

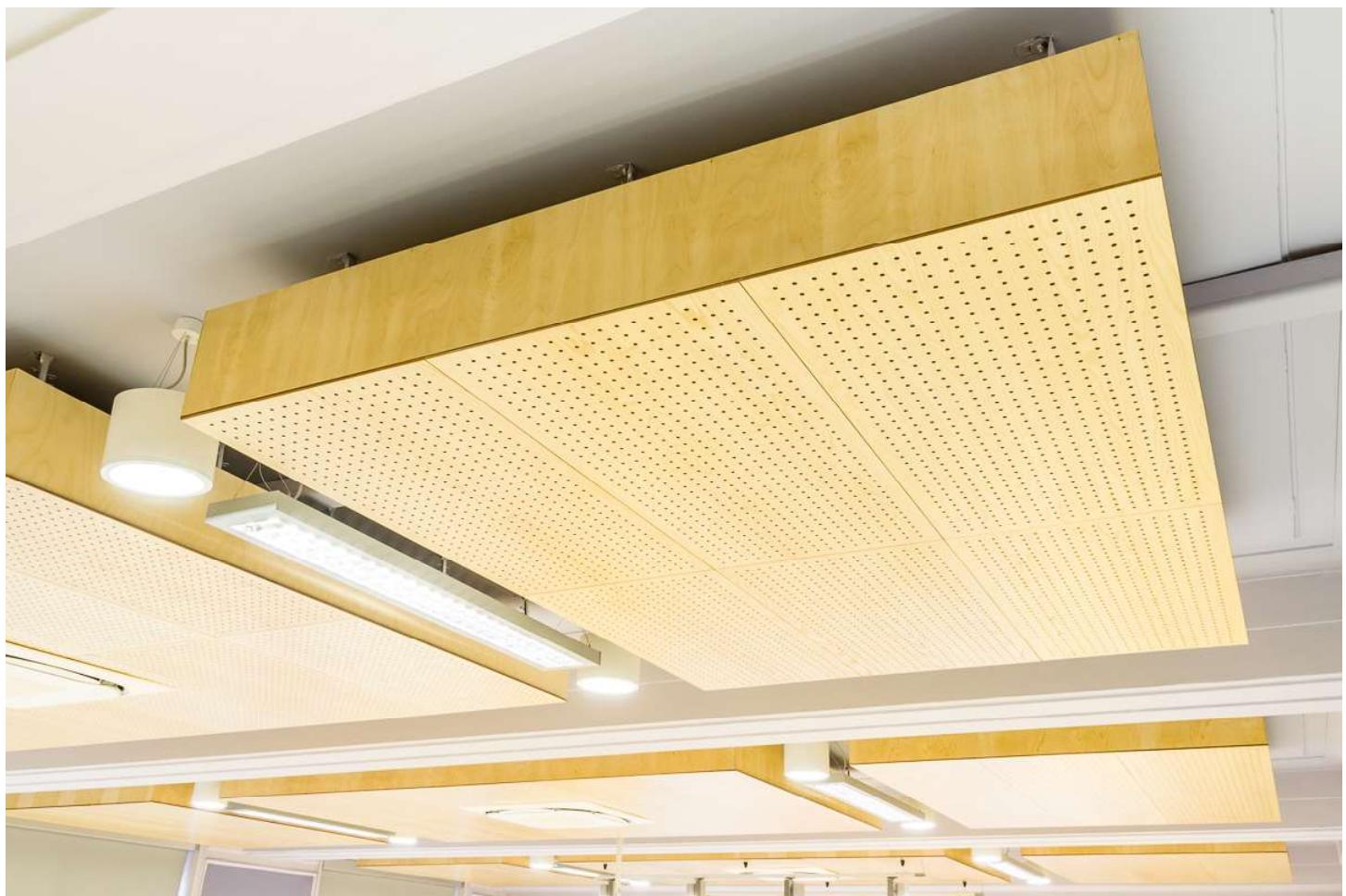




2.3.3 Środek, widok z góry



2.3.4 Sufit



3 Symulacja natężenia światła oraz jego analiza - Paweł Hanzlik

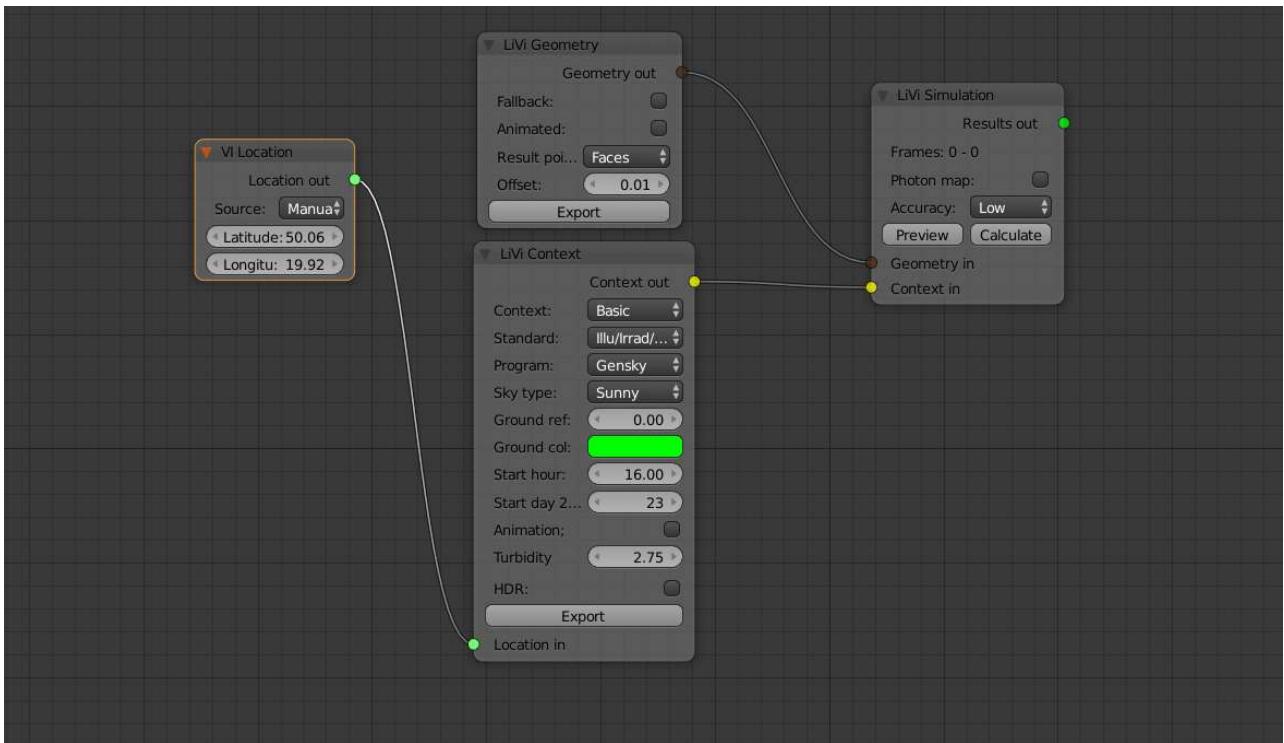
3.1 Wstęp teoretyczny

Symulacja natężenia światła w naszym projekcie to nic innego jak pomiar ilość tzw. luksów na powierzchniach stólików, przy których zasiadają studenci w sali wykładowej 224 budynku C2. Luks to jednostka natężenia światła w układzie SI. Określa ona stosunek strumienia świetlnego padającego na dany obszar. Zgodnie z polskim prawem, a dokładniej rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej określona jest obowiązująca norma dotycząca poziomu oświetlenia w pomieszczeniu. Dla sal wykładowych jest to 500 luksów, która jest absolutnym minimum, aby zostały one dopuszczone do użytkowania przez studentów i wykładowców. Naszym celem będzie więc sprawdzenie czy założone oświetlenie jest odpowiednie, w każdych, nawet najgorszych warunkach pogodowych.

3.2 O dodatku Vi-Suite

Vi-Suite jest dodatkiem do programu Blender pozwalającym na korzystanie z ogromu opcji, wykorzystywanych do tworzenia symulacji oświetlenia. Pozwala on na dobór kompatybilnych materiałów, które możemy nałożyć na obiekt, takich jak szkło, drewno, metal oraz plastik. Jesteśmy w stanie własnoręcznie dobrać wszystkie parametry analizy, tj. długość i szerokość geograficzną, dla której symulacja ma zostać przeprowadzona, dzień roku, a także godzinę. Program jest w stanie liczyć także symulację dla całego roku lub dla jego części i wyciągać średni wynik z otrzymanych danych. Oczywiście oprócz światła słonecznego dostajemy również możliwość wbudowania w nasz projekt sztucznych źródeł oświetlenia i dostosowania ich mocy i barwy. Co najważniejsze, wynik symulacji otrzymujemy w bardzo przejrzysty sposób, stosunkowo krótkim czasie, i preferowanym przez nas formacie, spośród których można zdecydować się na wizualizację z użyciem kolorów, widok 3D, a także eksport danych do pliku tekstowego.

3.3 Ustawienia parametrów symulacji



Na załączonym zdjęciu pokazane zostały wszystkie elementy odpowiedzialne za tworzenie symulacji oświetlenia w pomieszczeniu. Pierwszy bloczek VI Location odpowiada za położenie naszej sceny względem globu ziemskiego. Szerokość i długość geograficzna odpowiada rzeczywistemu położeniu budynku C2 tj. $50^{\circ} 06' N$, $19^{\circ} 92' E$. LiVi Geometry określa, z których punktów będziemy zbierać nasze wyniki, ustawione jako Faces, oznacza, iż chodzi nam o górną powierzchnię obiektu. Najbardziej rozbudowany jest bloczek LiVi Context, w którym dobieramy dzień roku, godzinę, a także warunki pogodowe. Nasza symulacja obejmuje pomiary w siedmiu różnych dniach w ciągu roku, są to kolejno $23,78,123,178,223,278,323$ dzień, dobrane tak, aby uwzględnić zmienne położenie słońca. Symulacja we wszystkich przypadkach liczona jest o godzinie 16:00, w dwóch wersjach warunków pogodowych: całkowicie zachmurzone oraz bezchmurne niebo. Ostatni moduł łączy pozostałe i odpowiada za faktyczne liczenie, ustawiony niestety z powodów optymalizacyjnych na niską dokładność, co jednak znaczaco nie wpływa na całościowy wynik uzyskanej symulacji.

3.4 Wykorzystane materiały oraz sensory liczące

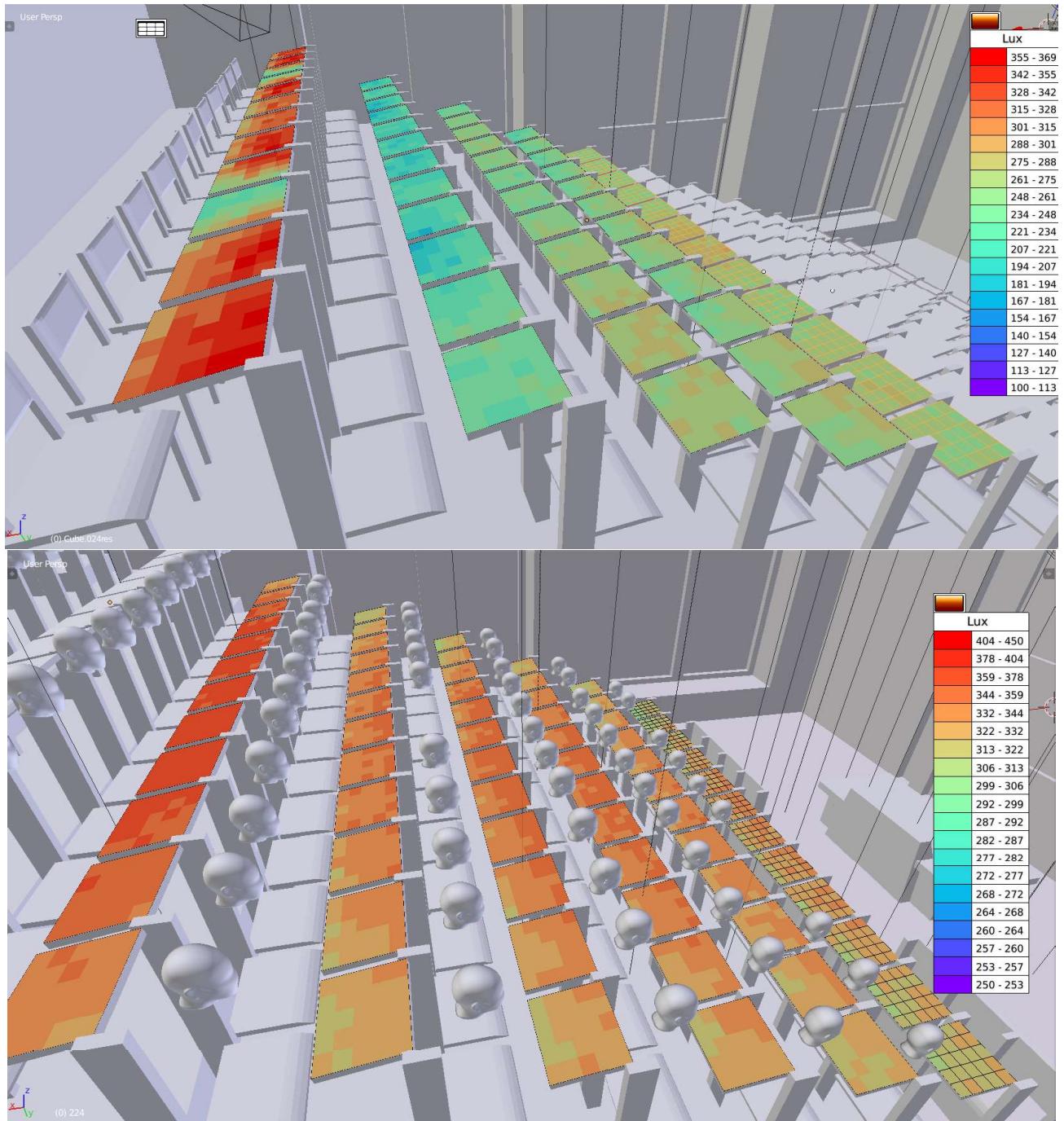
Oprócz wszelkich materiałów i tekstur wizualnych, które jednak nie wpływają na sposób obliczania ilości luksów, użyty został także wachlarz materiałów udostępniony nam przez dodatek ViSuite. Okna w scenie mają na sobie nałożony materiał typu szkło, a także wysoki wskaźnik transparentności, tak aby uzyskać najbardziej zbliżony do rzeczywistości efekt pracy ze szkłem. Wszystkie stoliki posiadają materiał typu light sensor, dzięki czemu możemy z nich odczytywać poziom naświetlenia, a także jednocześnie tak samo jak reszta obiektów w sali jest traktowana jako elementy drewniane, aby uwzględnić odbicie światła od powierzchni. Dodatkowo każda górna część takiego stolika jest podzielona na 25 elementów dla lepszej wizualizacji, ponieważ każdy element staje się wtedy niezależnym sensorem, a im więcej czujników, tym dokładniejszy wynik. W pliku, w którym liczona jest górna część pomieszczenia zrezygnowaliśmy z obecności obiektów reprezentujących siedzące w sali, aby mieć porównanie jak bardzo zmienia się poziom oświetlenia w pustej sali.

3.5 Słońce oraz dobór sztucznego oświetlenia

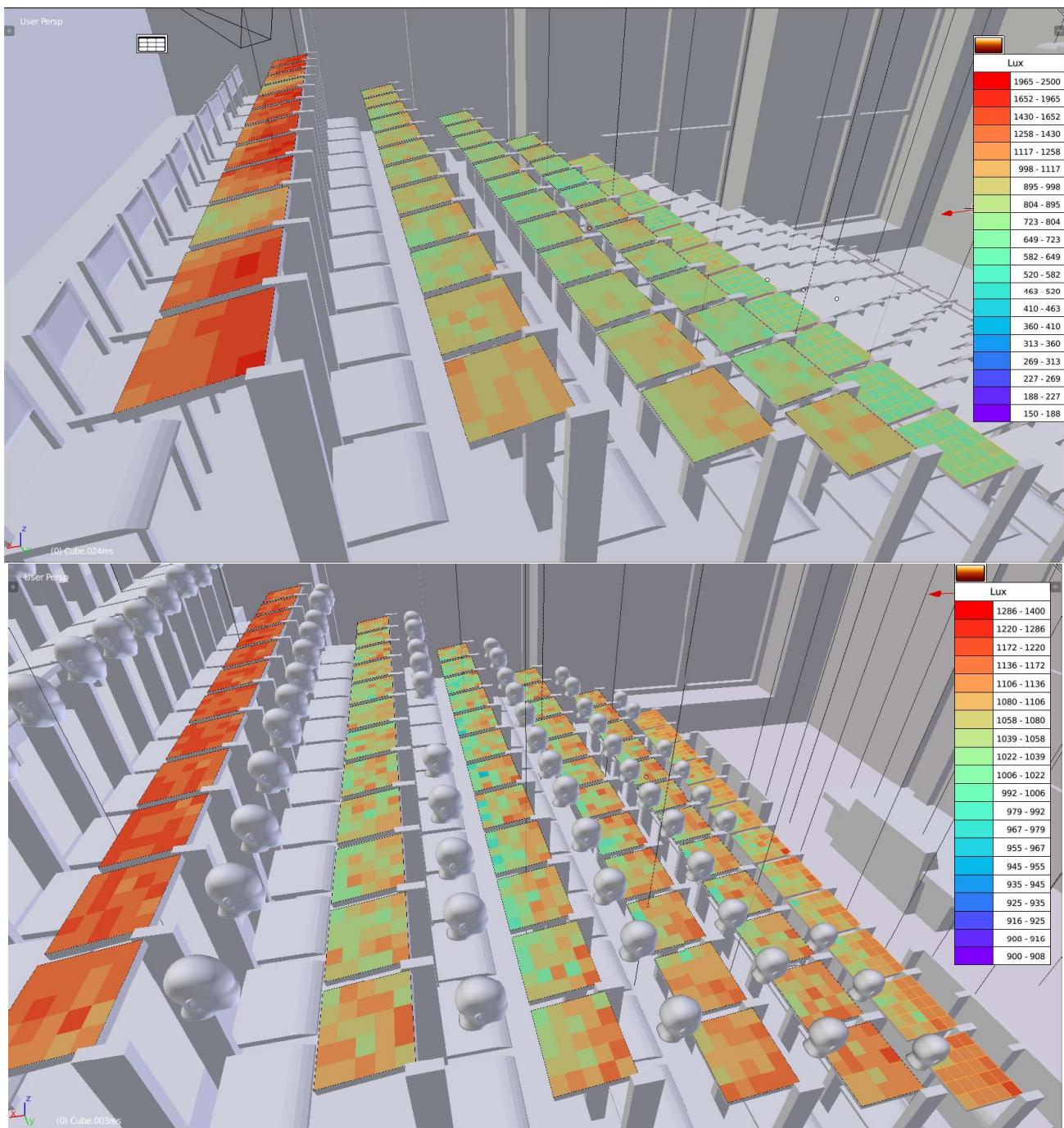
Dzięki obecności ViSuite'a Słońce jest wbudowane w scenę jako osobny obiekt. Dopasowuje się on swym położeniem do parametrów symulacji ustawionych w node editorze, dzięki czemu uzyskujemy realistyczny przebieg położenia Słońca po widnokręgu. Dodatkowo jest ono głównym źródłem fotonów w modelu, generując blisko 35 tyś. luksów. Na sztuczne oświetlenie składa się 22 źródeł światła typu Point oraz 6 typu Area. ViSuite pozwala na podpięcie do takiego obiektu pliku IES, który jest tekstową reprezentacją specyfikacji żarówki. Z braku możliwości zdobycia informacji na temat faktycznych źródeł światła w naszej sali wykładowej, zostało przyjęte, iż 8 żarówek nad biurkiem prowadzącego to 11 W(watowe) lampy ledowe o barwie 3000K(kelwinów), co odpowiada ciepłej barwie światła. Model to Standard LEDBulb 11W E27 A55 3000K Pozostałe punktowe źródła światła to także 11W lampy ledowe, jednak o zimnej barwie, o wartości 6500K. Model to Standard LEDBulb 11W E27 A55 6500K. Żarówki typu Area zostały ustawione jako 1 świetłówka o mocy 22W i długości 1.5m. Model to Ledtube g13 22W 1500 lm. Natomiast w modelu, w którym nie uwzględniamy studentów, umieściliśmy ciut słabsze żarówki bo o mocy 9.5W w przypadku żarówek ledowych.

4 Prezentacja wyników symulacji

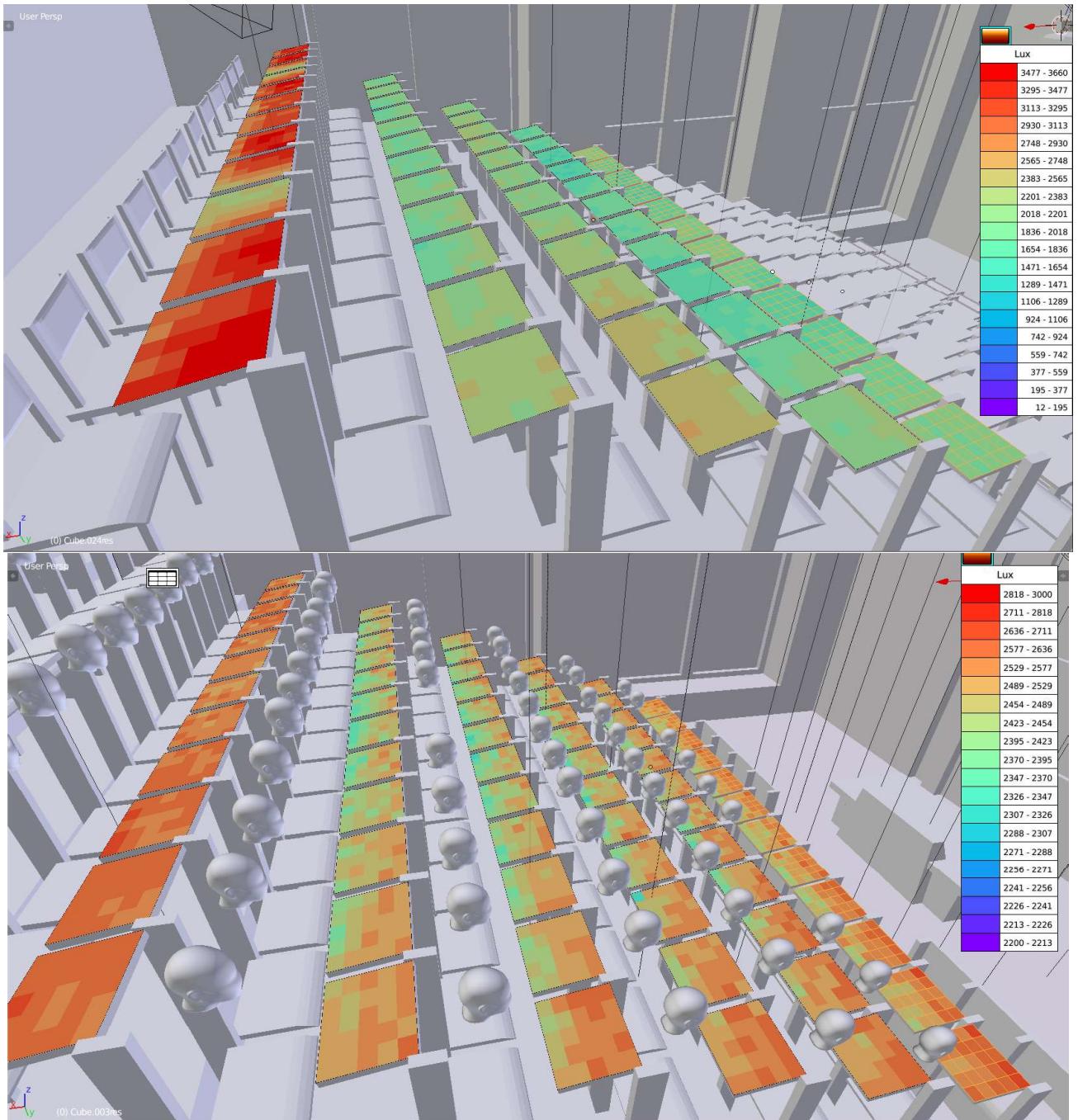
4.1 Wyniki z 23-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



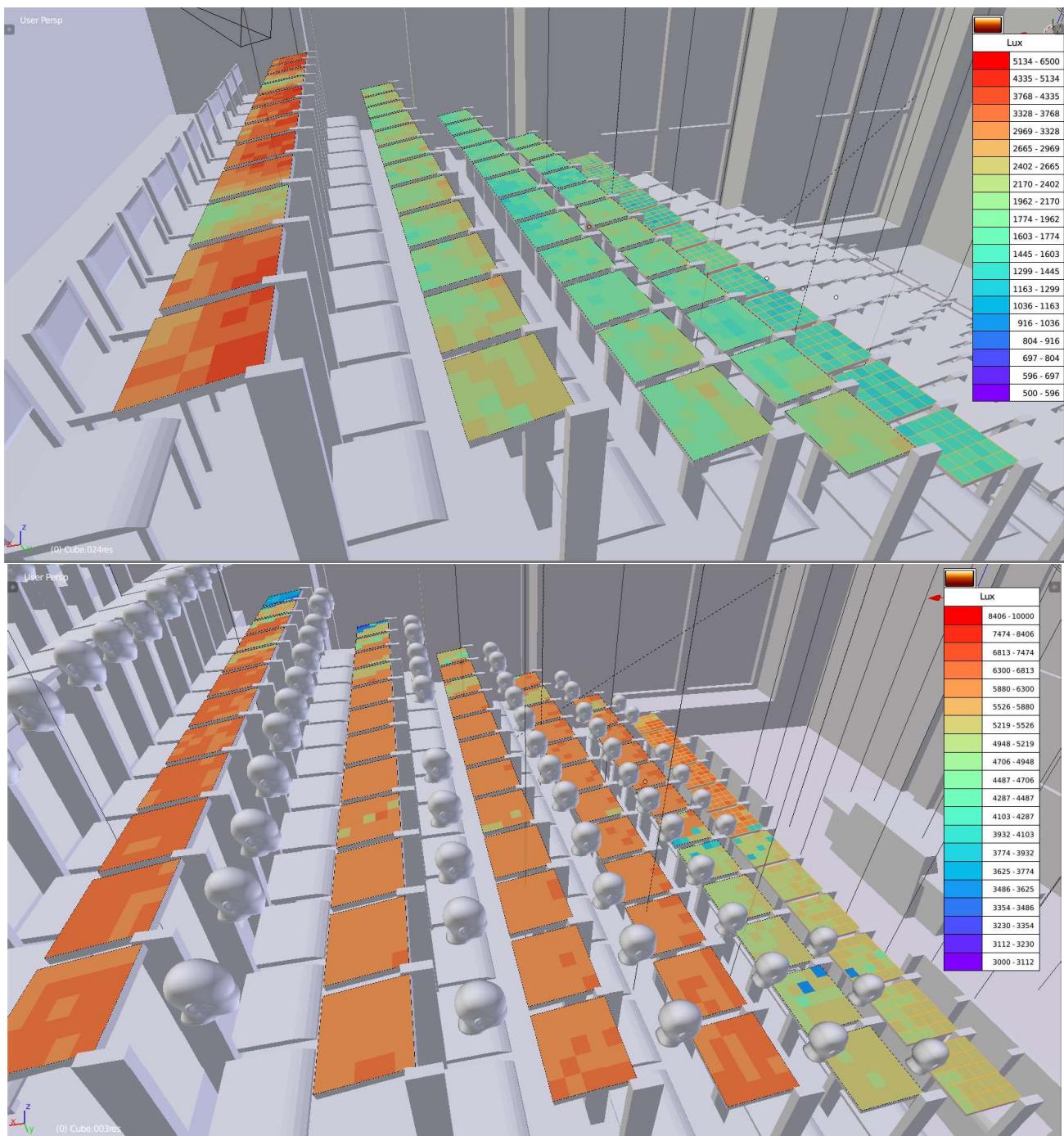
4.2 Wyniki z 23-ego dnia roku przy słonecznym niebie



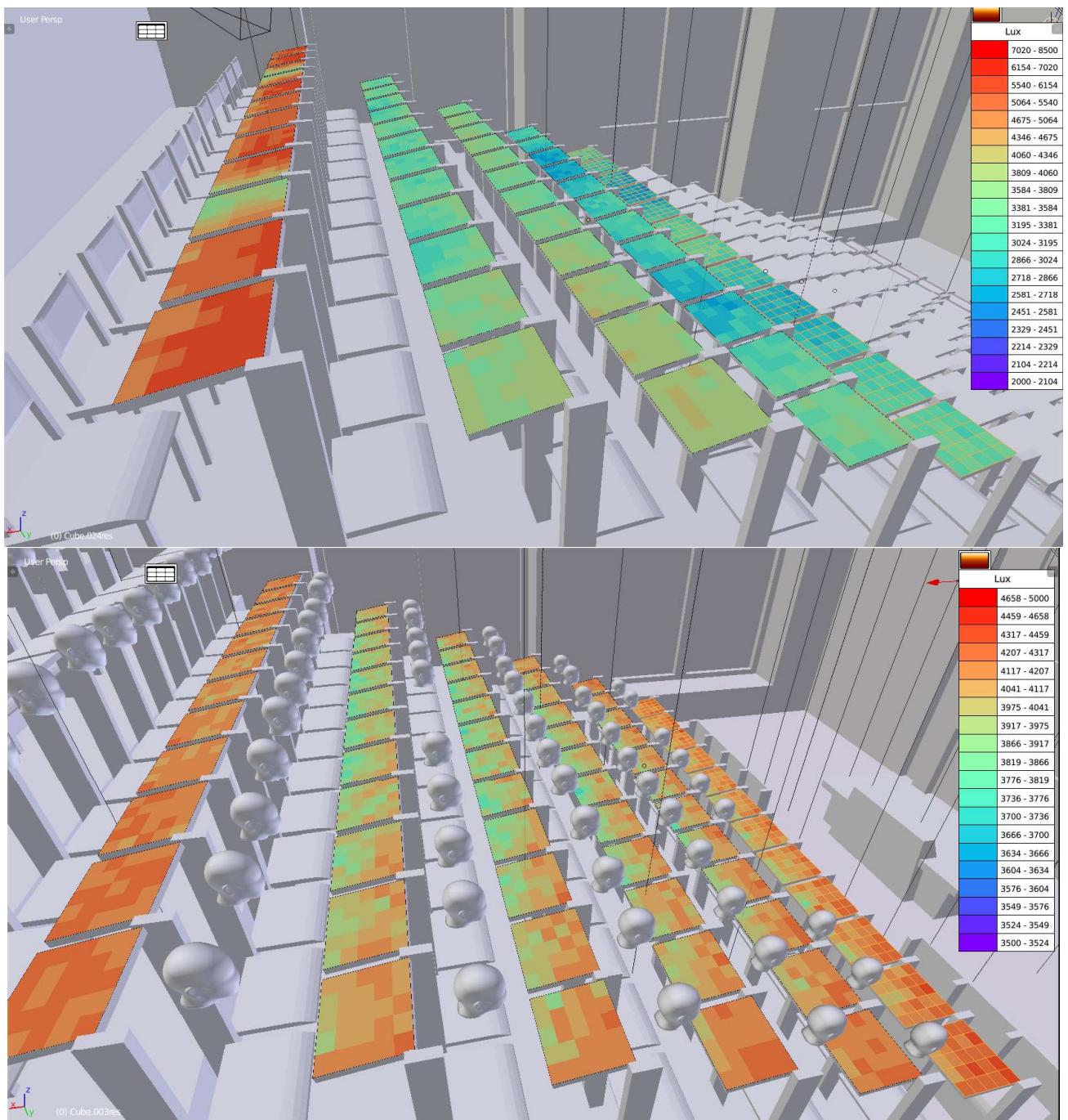
4.3 Wyniki z 78-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



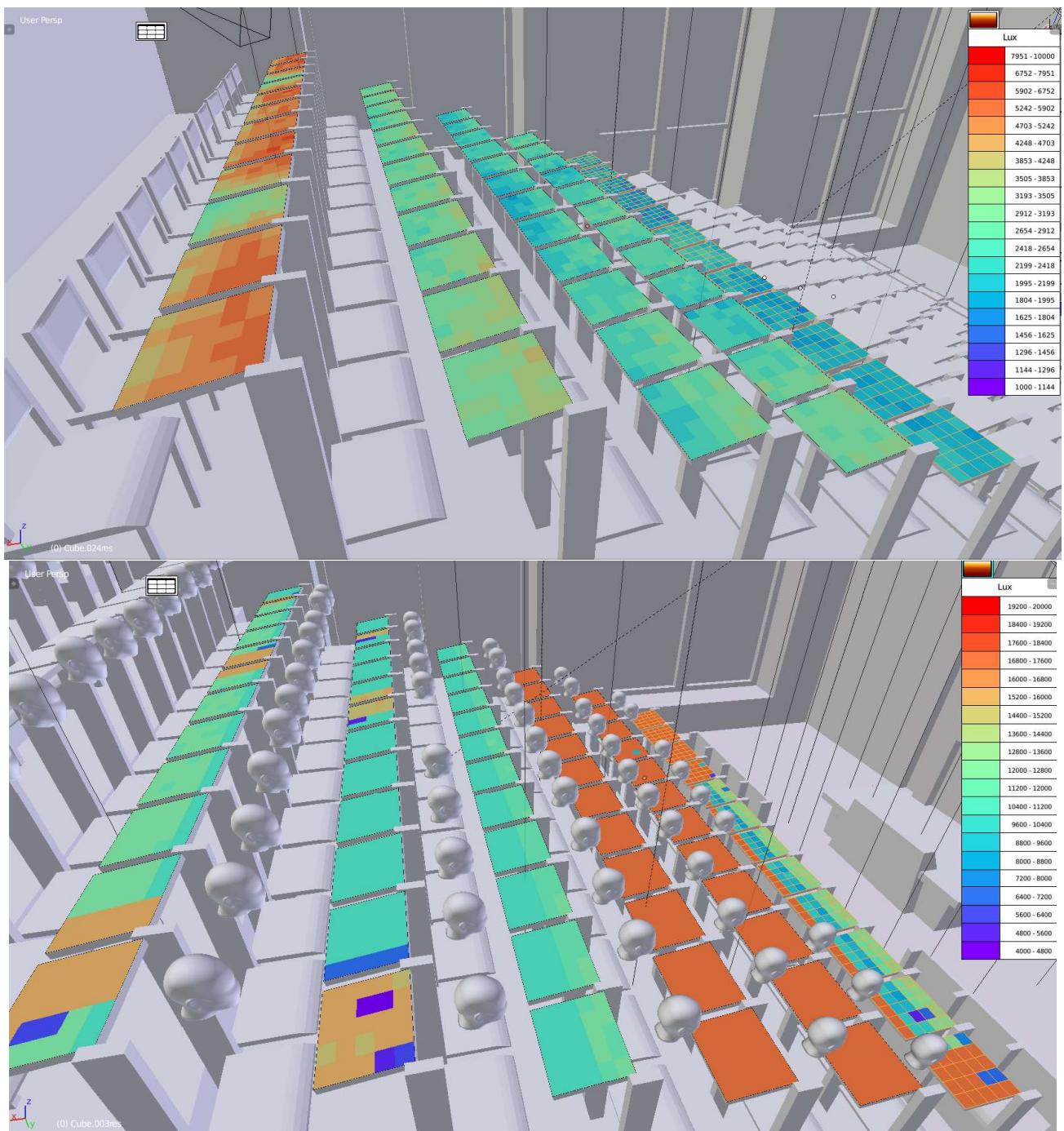
4.4 Wyniki z 78-ego dnia roku przy słonecznym niebie



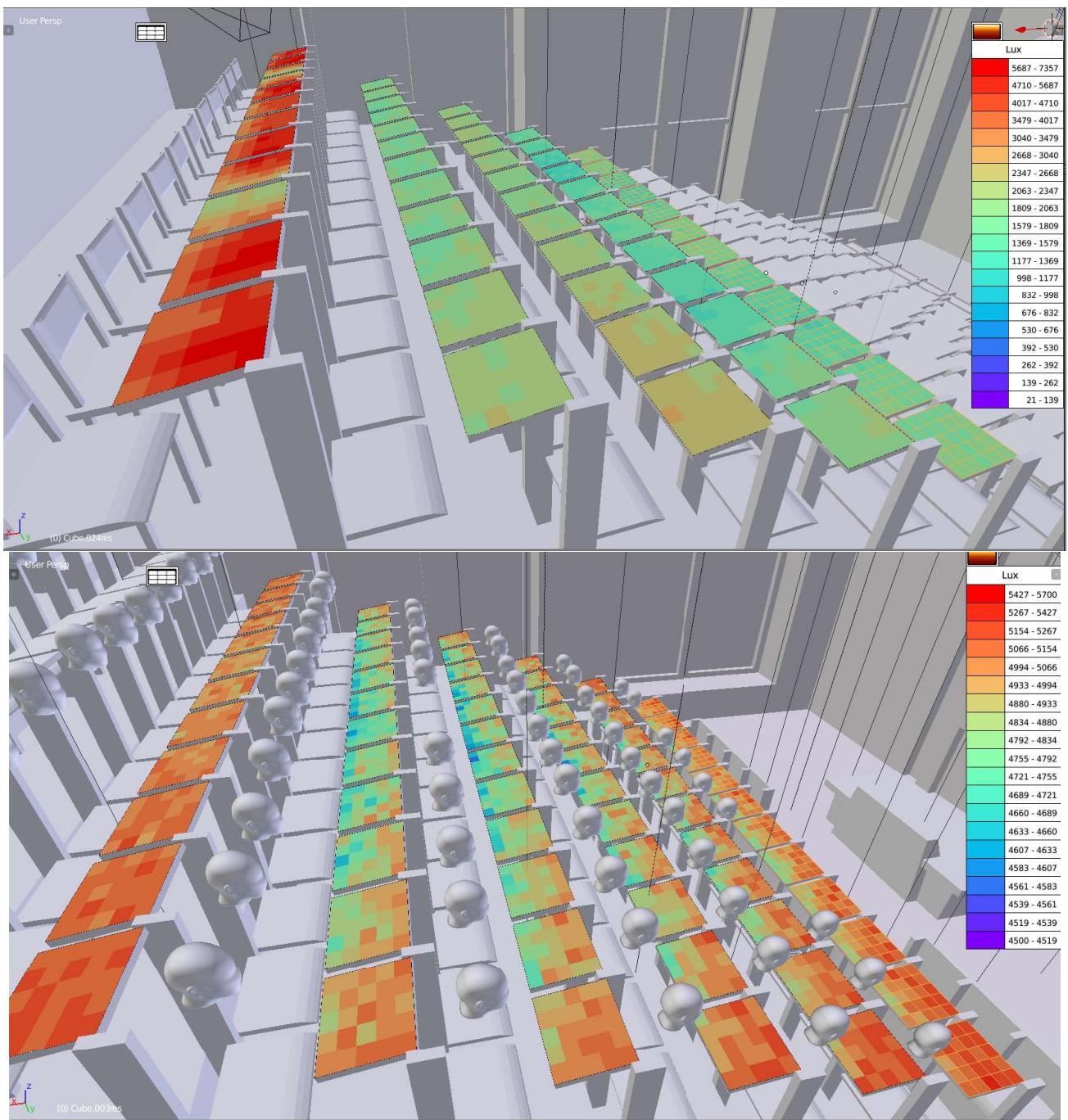
4.5 Wyniki z 123-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



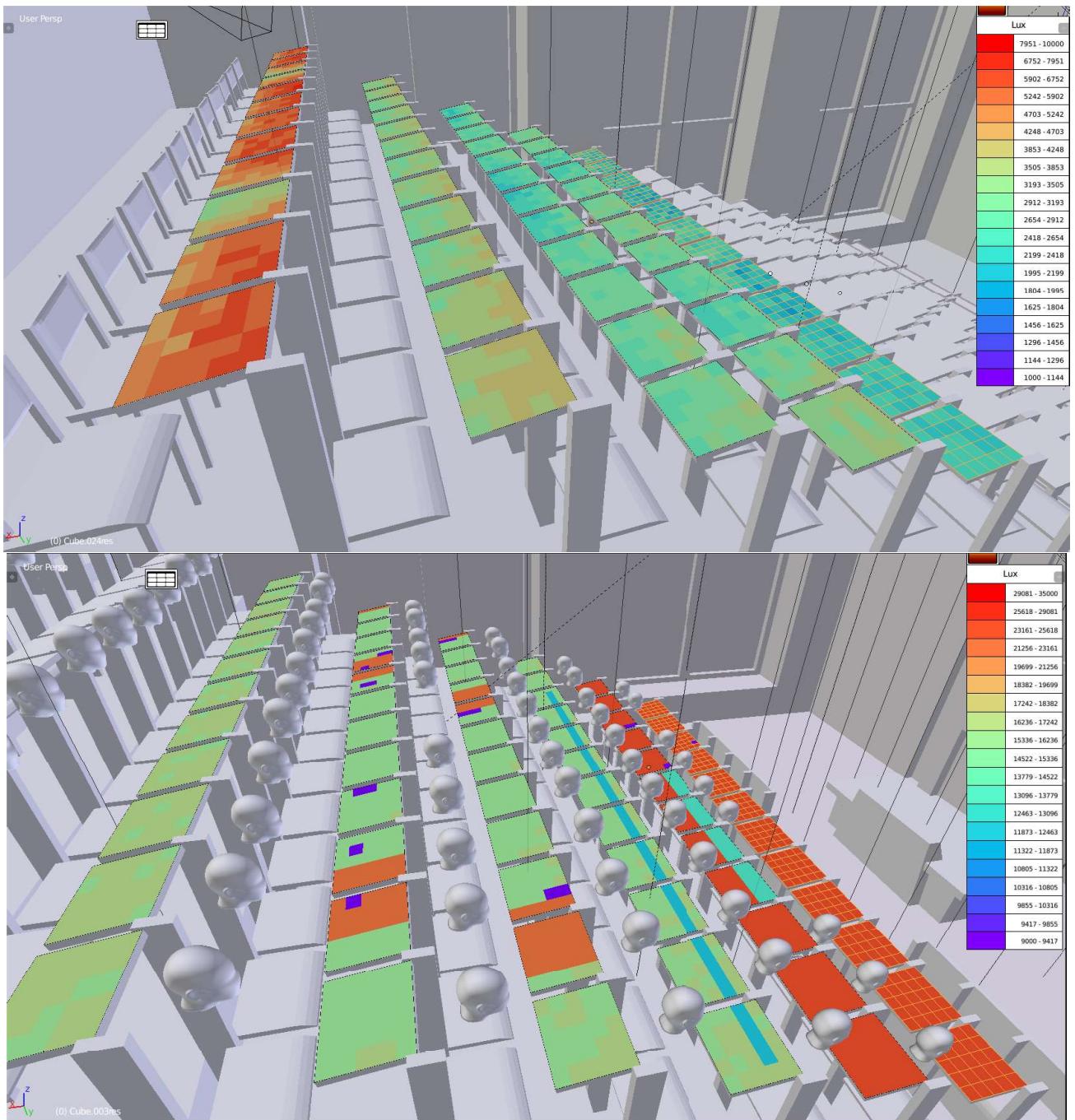
4.6 Wyniki z 123-ego dnia roku przy słonecznym niebie



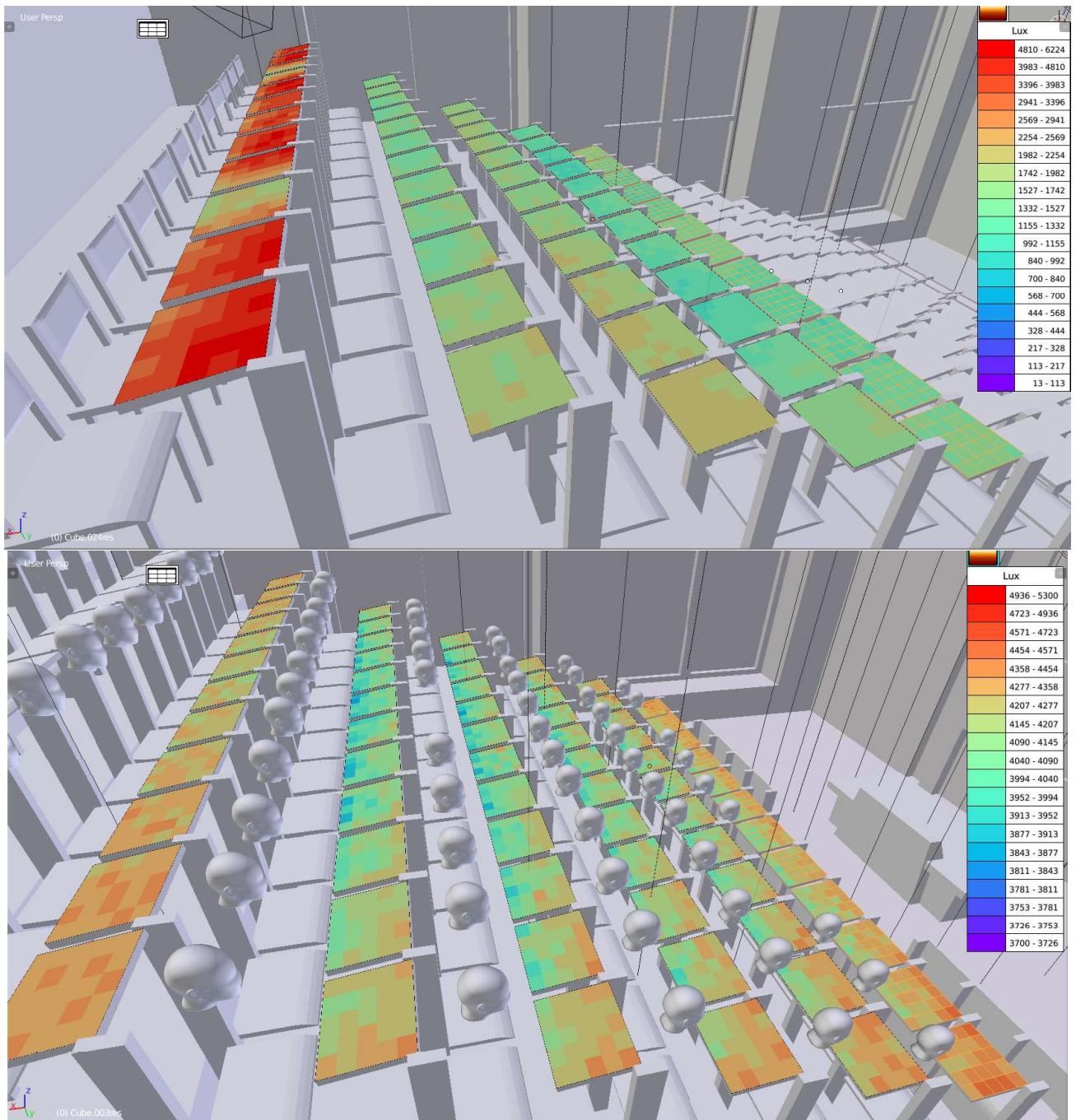
4.7 Wyniki z 178-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



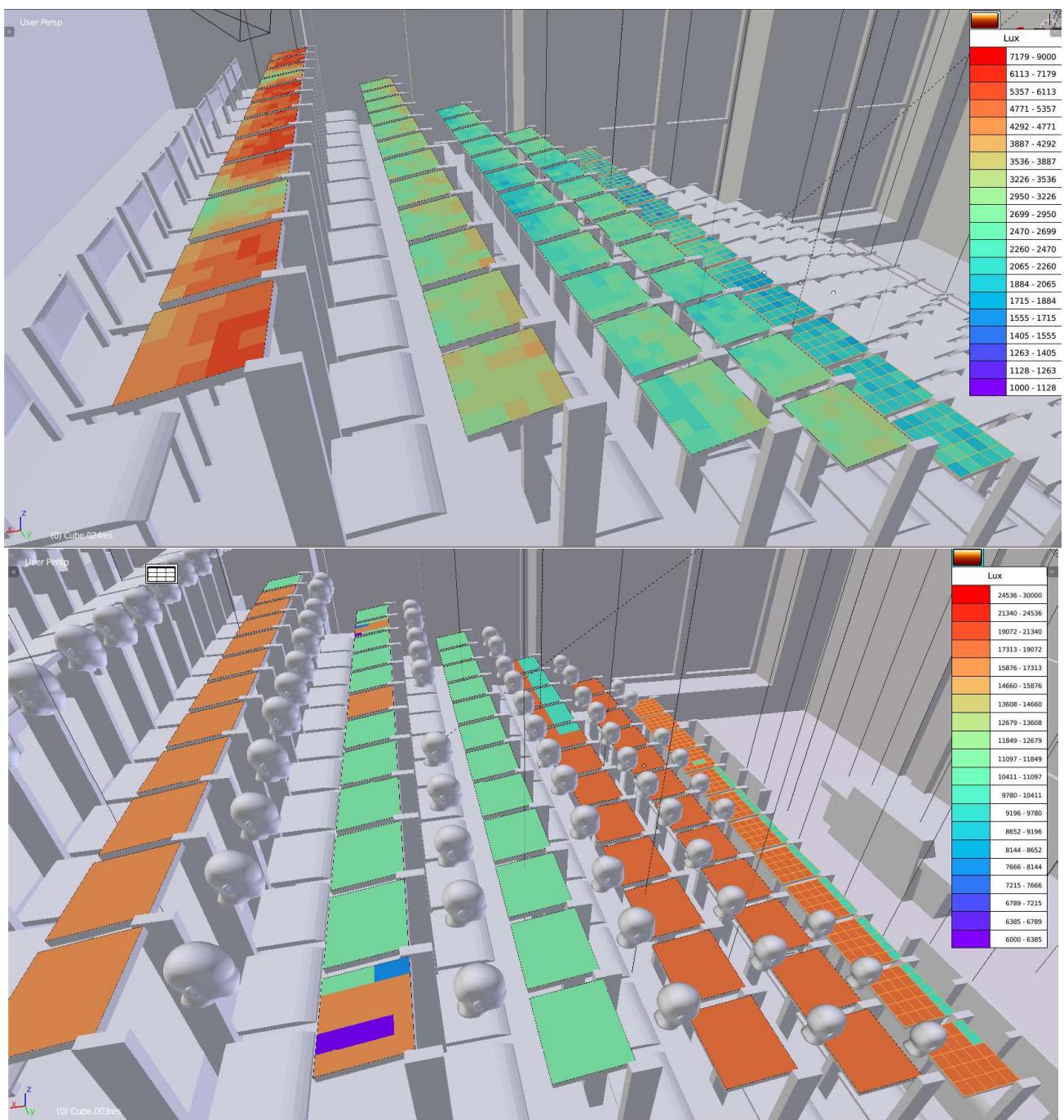
4.8 Wyniki z 178-ego dnia roku przy słonecznym niebie



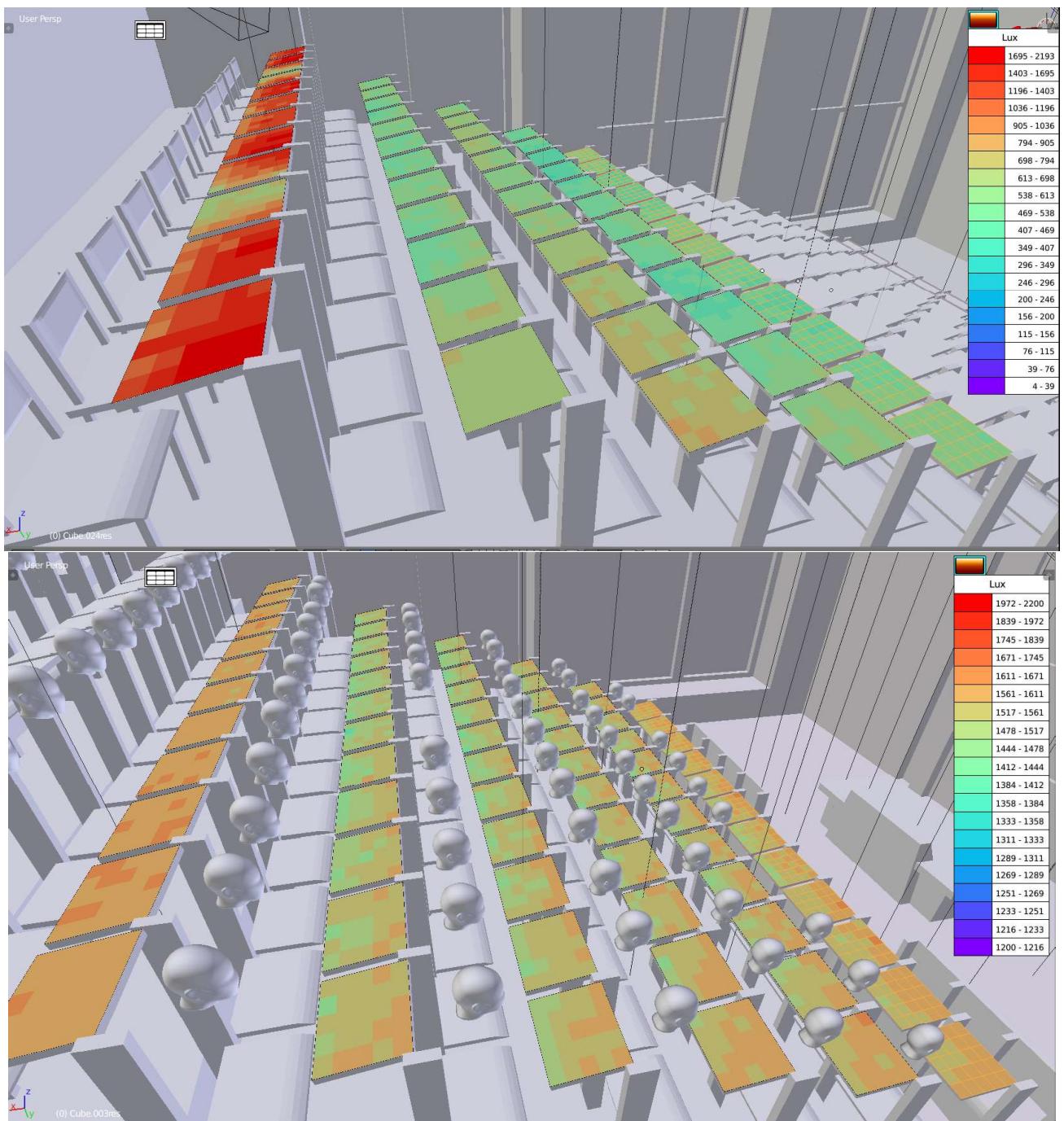
4.9 Wyniki z 223-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



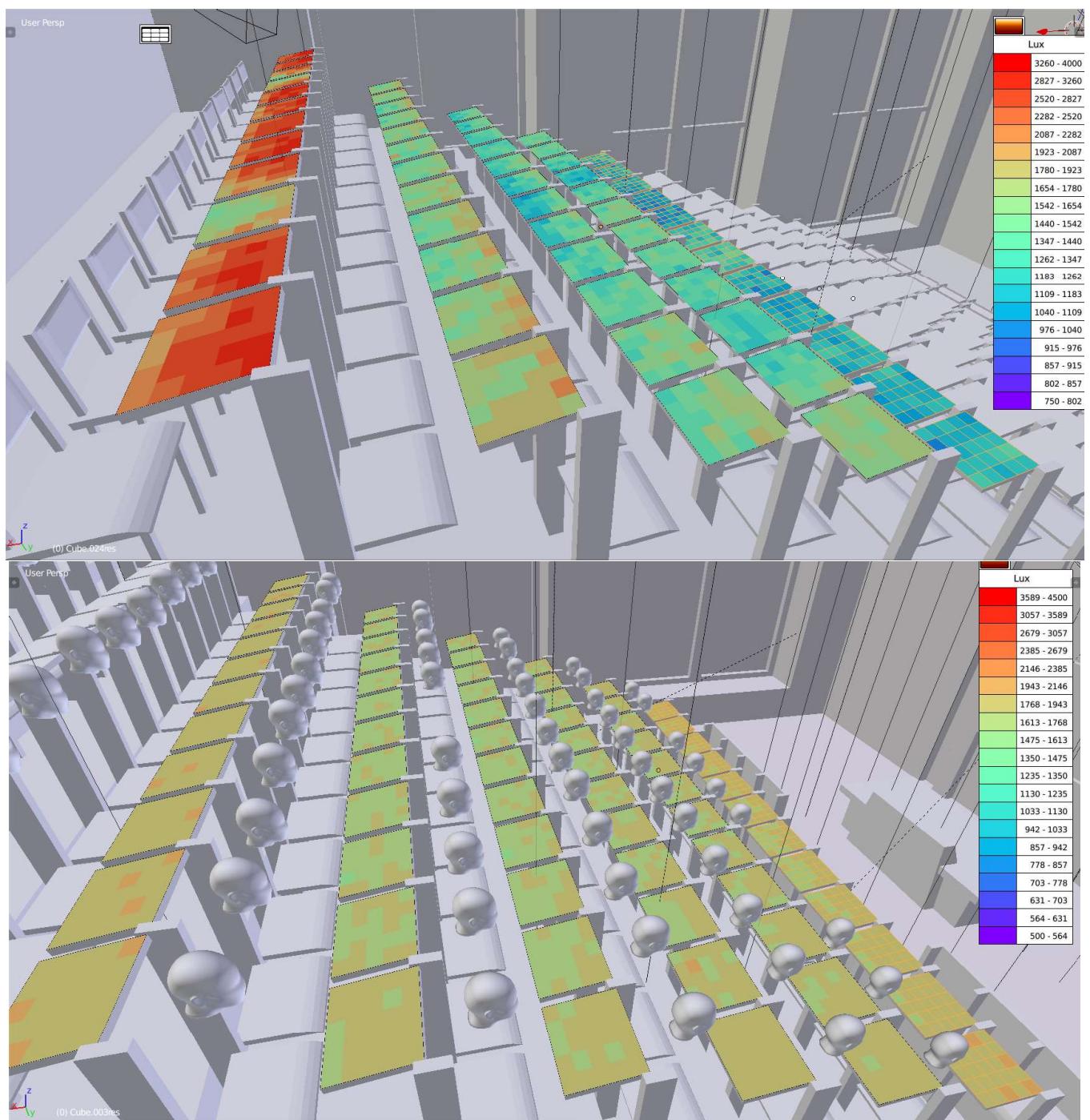
4.10 Wyniki z 223-ego dnia roku przy słonecznym niebie



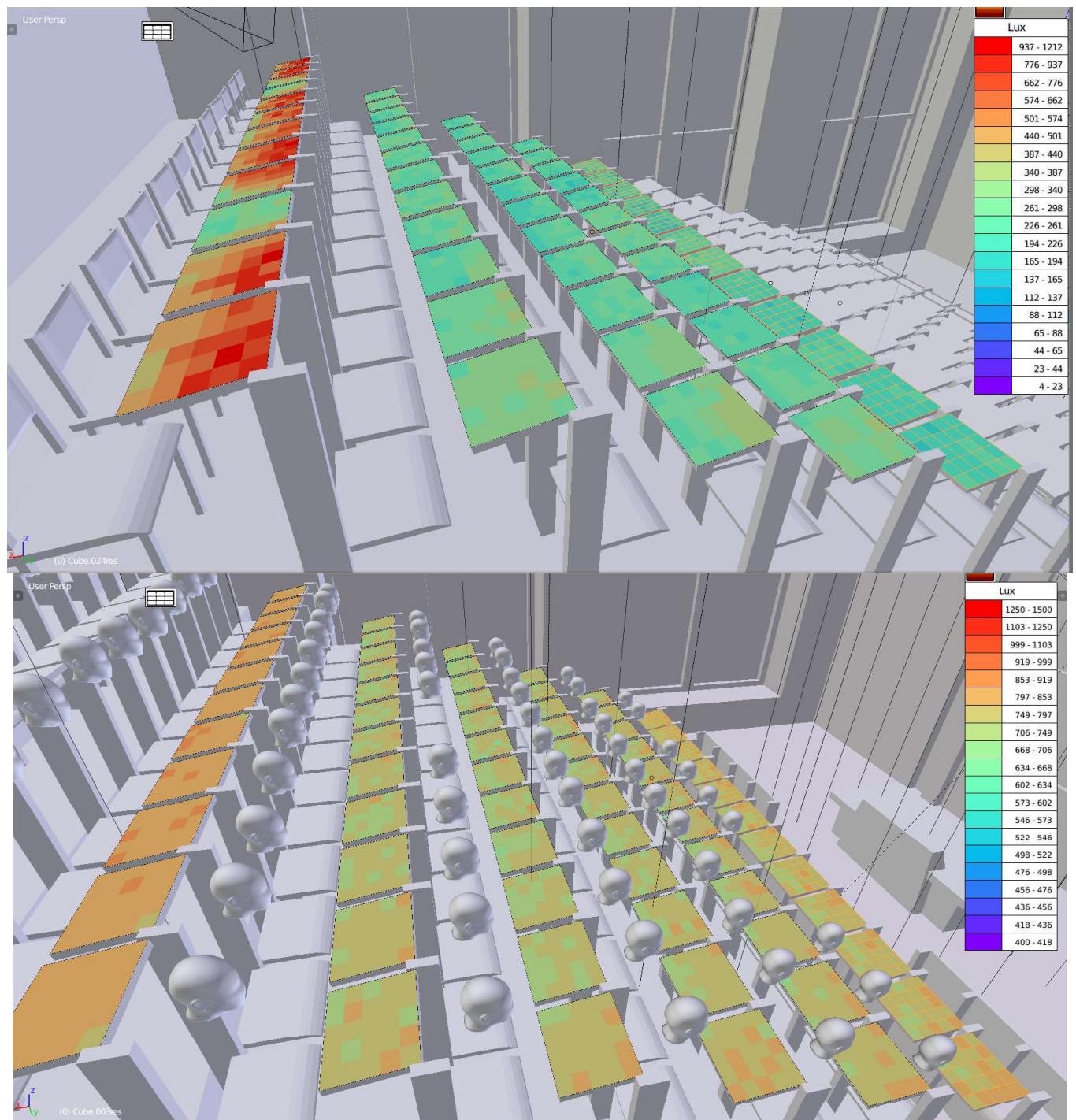
4.11 Wyniki z 278-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



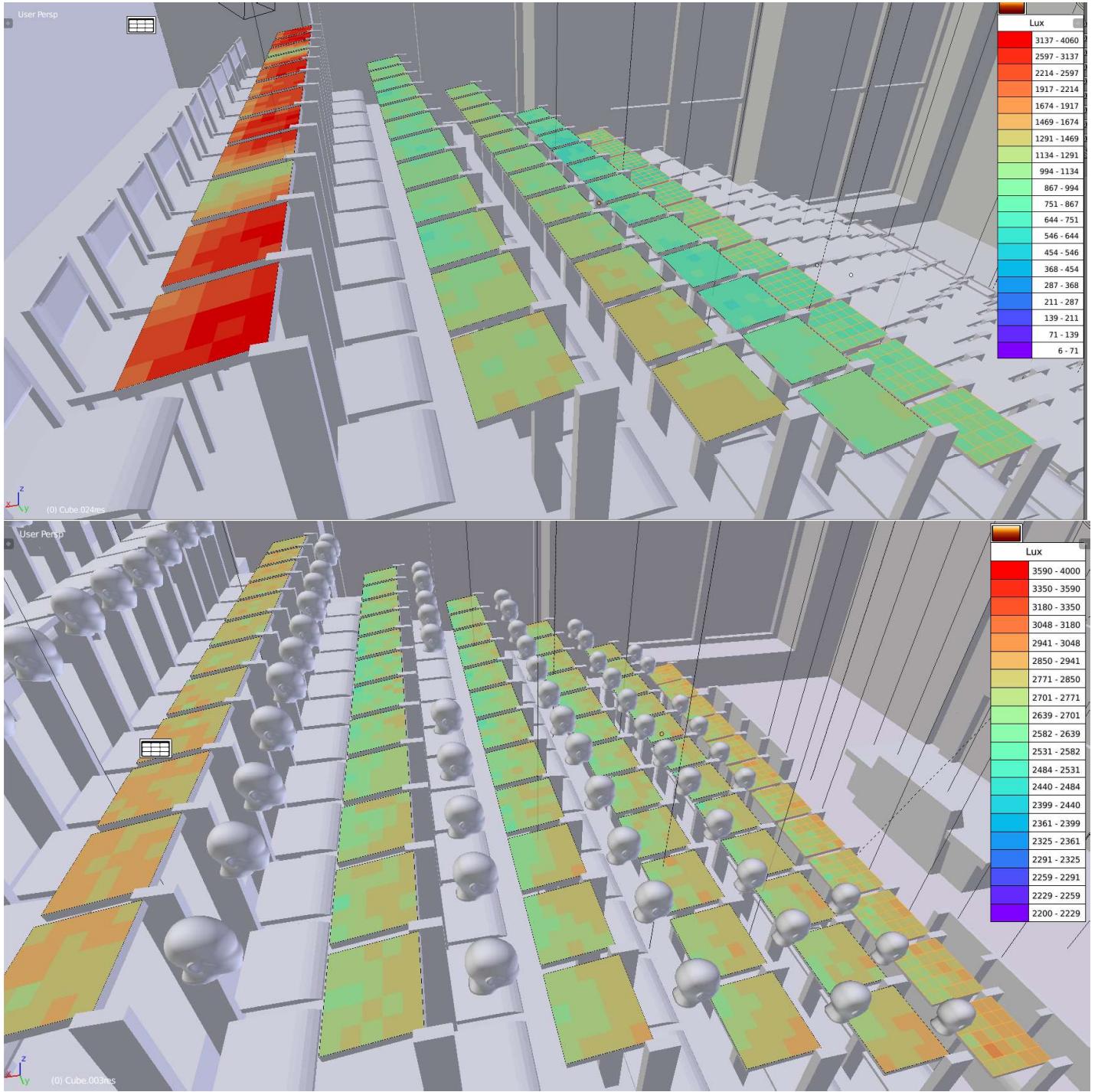
4.12 Wyniki z 278-ego dnia roku przy słonecznym niebie



4.13 Wyniki z 323-ego dnia roku przy zachmurzonym niebie



4.14 Wyniki z 323-ego dnia roku przy słonecznym niebie



5 Podsumowanie i wnioski

5.1 Porównanie wyników z obowiązującą normą oświetlenia

Po dokonaniu symulacji dochodzimy do wniosku, że w skrajnych przypadkach tj. zimą, czyli dla dnia 23 oraz 323 dnia roku oświetlenie sali nie spełnia ogólnie przyjętych norm. Wizualizacja wykazuje obecność około 200-250 luxów, w szczególności dotyczy to górnej części sali, gdzie jest o wiele mniejsze zagęszczenie oświetlenia. W pozostałych przypadkach sala wykładowa jest mimo wszystko bardzo dobrze oświetlona,

nawet jeśli wszystkie miejsca siedzące są zajęte. Spotkaliśmy się także z dość dużą dysproporcją pomiędzy częścią dolną oraz górną. Można to wytlumaczyć kątem padania Słońca, które oświetla głównie dolne rzędy stolików, a także tym, iż dół sali otrzymuje oświetlenie z ponad 70% wszystkich sztucznych źródeł światła w pomieszczeniu oraz nieznacznie słabszymi żarówkami u góry .

5.2 Wnioski dotyczące modelu i oświetlenia sali wykładowej

Niestety nie możemy stwierdzić, iż prezentowany przez nas model jest idealnie taki, jak w rzeczywistości. Nie mając jakiekolwiek możliwości sprawdzenia wymiarów sali, ani co najważniejsze zamontowanego oświetlenia byliśmy nie jako zmuszeni do przyjęcia założeń, które niekoniecznie musiały okazać się słuszne. Staraliśmy się jak najwierniej odwzorować projekt ze zdjęć z dostępnych źródeł, jednakże rozumiemy i także uwzględniamy w otrzymanych przez nas wynikach, niedokładność modelu i oświetlenia w sali.

5.3 Wnioski odnośnie przebiegu symulacji

Z powodu napotkanych przeszkód dotyczących symulacji byliśmy niejako zmuszeni do podzielenia liczenia natężenie oświetlenia na dwa pliki, co z pewnością w jakimś stopniu odbiło się na naszych wynikach. Uwzględniamy także, błędy dodatku ViSuite, które mogły się wkraść podczas liczenia naszej symulacji. Żaden program nie jest niezawodny, a głównym mankamentem w tym przypadku są problemy w obliczaniu natężenia w świetle w przypadku dużej dysproporcji w ilości luxów, gdy Słońce padające na powierzchnię daje ponad 30 tyś. luxów, podczas gdy jedna żarówka około 200, wtedy więc program przybliża wartości sensorów w pobliżu miejsca padania słońca, co może powodować nierealistyczne wyniki. Użyliśmy wtedy logarytmicznej skali reprezentacji wyników, co jednak nie rozwiązuje całkowicie problemu. Dodatkowe dodatek ViSuite jest nadal w wersji beta przez co nie jest on doskonały ale narażony na pojawianie się błędów symulacji.

5.4 Możliwe usprawnienia do projektu

Pierwszym i najważniejszym punktem poprawek jest oczywiście dostosowanie wymiarów sali do stanu rzeczywistego, a także sprawdzenie i założenie dokładnie takich żarówek, jakie są zamontowane w sali 224. Druga sprawa, to przeprowadzenie symulacji dla całego roku i każdej godziny, jednocześnie przy zmiennych warunkach pogodowych, co jednak wzypadku naszego projektu nie było możliwe z powodu ograniczeń czasowych.

6 Bibliografia

Zdjęcia sali umożliwiające odwzorowanie:

<https://modernclassic.pl/portfolio-item/c2-agh-w-krako/>

Model ciała:

<https://free3d.com/3d-model/base-mesh-ready-to-be-rigged-15483.html>

Wszystkie tekstury zostały pobrane ze strony:

<https://www.polygon.com/search?type=texture>

Lampy LEDowe:

https://www.lighting.philips.com/main/prof/led-lamps-and-tubes/led-bulbs/standard-led-bulbs#filter={FG_LP_BULB=FK_LP_BLB_A55&FG_LP_WATTAGE_EQUIVALENT=FK_LP_WATTAGE_EQUIVALENT_75}

ViSuite poradnik:

https://www.youtube.com/watch?v=Ar0Ga3_Lo6E&list=PLySrjcxblMopXVXNU6FWqy5BCPU1oif8I

Modele sali oraz pozostała część bibliografi została umieszczona w pliku doc w repozytorium

<https://github.com/PawelHanzlik/Symulacja-natezenia-swiatla>